Aus der Universitäts-Kinderklinik Hamburg
(Direktor: Professor Dr. R. Degkwitz).

Über die Beziehung zwischen Erythem- und Pigmentbildung unter dem Einfluß des Sonnenlichtes.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
medizinischen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der
Hansischen Universität in Hamburg

vorgelegt von

Klaus Zimmermann
aus Bremen

HAMBURG 1938

H. Schimkus, Hamburg 36, Gänsemarkt 35

Berichterstatter: Prof. Dr. Degkwitz

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Hamburg.

Die Frage, ob eine Beziehung zwischen dem Erythem und der Pigmentation infolge Strahleneinwirkung besteht, wurde früher, vor allem in Laienkreisen, als eine scheinbare Erfahrungstatsache wohl allgemein bejaht. Sah man doch z.B.bei Kuraufenthalten an der See, dass blasse, unpigmentierte Menschen, wenn sie sich gleich nach ihrer Ankunft zu stark der Sonne aussetzten, in Gestalt des meist sehr unangenehm empfundenen Sonnenbrandes ein ausserordentlich starkes Erythem bekamen. Diesem folgte im Verlauf der nächsten Tage eine mehr oder weniger starke Pigmentierung. Es lag nahe, diese Pigmentbildung als eine Folge des Erythems anzusehen, ja, die Tatsache, dass eine zweite Bestrahlung der nunmehr pigmentierten Haut eine erheblich schwächere Reaktion zur Folge hatte, liess die Pigmentbildung geradezu als ein Schutzmittel der Haut gegen jede zu starke Strahlung erscheinen. Neuere Untersuchungen,größtenteils bei Kunstlicht, haben aber gezeigt, dass eine solche Beziehung keineswegs sicher ist. Während noch H a u s s e r und V a h l e eine Abhängigkeit zwischen Erythembildung und Pigmentation vertraten in dem Sinne, dass ohne vorangegangenes Erythem eine Pigmentation nicht möglich sei und beide durch die gleichen Strahlen hervorgerufen würden, gelang es U h l m a n n , durch Strahlen mit einer Wellenlänge von 2480-2540 Angström-Einheiten (AE) ein rauchgraues Pigment ohne vorangehendes Erythem zu erzeugen. P e e m ö l l e r s Untersuchungen ergaben, dass ein Erythem nur entsteht bei Mitwirkung kurzwelliger Ultra- Violett-Strahlen im Bereich der Wellenlänge von 2900-3140 AE, dass jedoch die Pigmenterzeugung auch möglich ist nur durch langwellige U.V.-Strahlen unter besonderer Mitwirkung der ultraroten Wärmestrahlen.

Meine Aufgabe war es nun, gegenüber diesen, mit Kunstlicht in geschlossenem Raum und mit genau dosierbaren Wellenlängen gemachten Versuchen einmal festzustellen, welche Beziehung zwischen

Erythem-und Pigmentbildung besteht bei Vornahme der Versuche mit Sonnenlicht, im Freien und unter Mitwirkung verschiedener bioklimatischer Faktoren, wie sie dem Seeklima eigentümlich sind. Insbesondere wurde untersucht, ob eine Beziehung besteht zwischen der Erythembereitschaft des noch unpigmentierten Körpers und dessen Pigmentzunahme im Verlaufe eines vierwöchigen Kuraufenthaltes; weiterhin, ob ein Zusammenhang nachweisbar ist zwischen der Stärke des Erythems und dem Pigmentationsgrad zu Beginn der Kur.

Beobachtet wurden erholungsbedürftige Kinder beiderlei Geschlechts im Alter von 8 bis 11 Jahren während eines Erholungs-Aufenthaltes in Wyk auf Föhr. Zur Messung des Erythems wurde dieselbe Methode benutzt, die F r i c k e bei einer ähnlichen Arbeit angegeben hat: Jedes Kind bekam auf eine fast unpigmentierte Stelle der Bauchhaut eine Pappschablone mit 5 Fenstern aufgeklebt, unter der in Abständen von 10 Minuten ein Streifen lichtundurchlässiges Papier von Fenster zu Fenster weitergezogen wurde. Auf diese Art bekamen wir fünf verschieden lang belichtete Felder und konnten Beginn und Stärke des Erythems feststellen. Nachschau wurde 5 bis 6 Stunden nach der Bestrahlung gehalten, zu welcher Zeit das Erythem bekanntlich am Stärksten ausgeprägt ist. In der Tabelle bedeutet: - Fehlen eines sichtbaren Erythems, (+) schwaches, + ausgeprägtes, ++ starkes Erythem. - Die Messung der Pigmentierung geschah vermittels einer eigens für diese Zwecke hergestellten geeichten Farbskala, mit der unter Verzicht auf die Messung der verschiedenen Farb t ö n e lediglich der Helligkeitswert der Pigmentierung zu Beginn und am Ende des Kuraufenthaltes festgestellt wurde. Dies geschieht so, dass man die zu messende Stelle mit halbgeschlossenem Auge so lange fixiert, bis man nur mehr einen Helligkeitsunterschied zur Umgebung wahrnimmt, aber keine Farbempfindung mehr hat. Diese Methode ist bereits bei einer früheren Arbeit von S c h m i d t erprobt und als für diesen Zweck ausreichend befunden worden.

Sie hat den Vorteil, dass man bei der Anlegung der Farbskala besondere Rücksicht nehmen kann auf die speziell beim Hautkolorit in Frage kommenden Werte. Ich habe in Uebereinstimmung mit S c h m i d t eine Farbskala mit 12 Abstufungen benutzt, deren Grundfarben gebrannte Sienna und Mischweiss (unveränderliche Mussini-Oelfarben) waren, die in folgendem Verhältnis gemischt waren:
Bei einer konstanten Menge von 40 gr Mischweiss wurde Sienna hinzugefügt für Tafel

	I.	II.	III	IV.	V.	VI.	VII.
gr.	0,25	0,5	0,75	1,0	2,0	3.0	4.0

	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
gr.	5.0	6.5	8.0	10.0	12.5

Gemessen wurden vier verschiedene Stellen des Körpers, und zwar Brust, Bauch, Arm und Bein. Die folgenden Tabellenzahlen zu Anfang und Ende der Kur wurden erhalten durch Addition derjenigen Tafeln, die den betreffenden Körperstellen jeweils entsprachen.

Die Messung des Erythems geschah in der Mittagszeit an drei aufeinander folgenden Tagen, die in ihrer Bewertung hinsichtlich Sonne, Bewölkung, Temperatur und zugestrahlter Wärme-Energien fast völlig gleich waren. Es war jedesmal fast wolkenlos blauer Himmel, die Temperatur- und Wärmestrahlungswerte waren:

	1.Tag	2.Tag	3.Tag
Temperatur (im Schatten)	23.4	21.5	22.5
Zugestrahlte Wärme (in gr.-Kal.)	184	201	198.

Der Wert für die zugestrahlte Wärme bezieht sich auf zwei Stunden während der Messungszeit.

Da die untersuchten Kinder etwa zur Hälfte aus Nordschleswig, zur anderen Hälfte aus Württemberg stammten, und in Uebereinstimmung mit der Herkunft alle Schleswiger Kinder hell-bis weissblond mit grauen und hellblauen Augen, die Württemberger aber

dunkelblond und braun mit braunen und dunkelblauen Augen waren, lag es nahe, auch einmal nachzuprüfen, ob zwischen dem geringen bezw. grösseren natürlichen Pigmentbesitz und der nachfolgenden Sonnenpigmentierung ein Zusammenhang bestehe. Schliesslich wurden alle Ergebnisse noch in Beziehung gesetzt zum Kurerfolg, der sich im wesentlichen ergibt aus der Gewichtszunahme sowie aus der Abnahme und dem Verschwinden von bei der ersten Untersuchung konstatierten subjektiven und objektiven Krankheitsbefunden.

Verwertet man von den Ergebnissen nur die extremen Fälle, so ergibt sich zunächst für die Beziehung Erythemstärke - Anfangspigmentationsgrad folgende Tabelle:

Anfangspigmentierung	17	16	15	15	14	14	10	10	9	9	8	8
Erythem nach 10'	-	+	(+)	(+)	-	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	-	(+
20'	-	+	++	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	-	+
30'	(+)	++	++	+	(+)	+	+	+	(+)	++	(+)	+
40'	(+)	++	++	+	(+)	+	+	+	+	++	+	++
50'	+	++	++	+	+	++	++	++	+	++	(+)	++

Diese Tabelle spricht gegen die Theorie vom Pigment als Schutz vor Strahlen jeder Wellenlänge. Wenn auch bei einem Teil der Kinder mit grösserem Pigmentbesitz ein stärkeres Erythem ausblieb, so ist das doch keineswegs beweisend, angesichts der ebenso häufigen Fälle mit entgegengesetztem Befund. Die mehrfach trotz starker Anfangspigmentierung aufgetretenen heftigen Erytheme sprechen vielmehr dafür, dass eine zu Beginn der Kur vorhandene rassisch oder regionär bedingte stärkere Pigmentierung auf die Intensität eines Sonnenstrahlenerythems keinerlei Einfluss hat.

In der zweiten Tabelle sind zusammengestellt die Gesamtpigmentzunahme im Verlauf der vier Wochen

Gesamtpigment Zunahme		15	14	12	12	12	12	11	17
Erythem nach	10'	(+)	(+)	+	(+)	(+)	-	-	-
	20'	++	(+)	+	+	(+)	-	-	-
	30'	++	+	+	++	+	+	(+)	(+)
	40'	++	+	++	++	+	+	(+)	(+)
	50'	++	++	++	++	++	+	(+)	+
Herkunft und Typ		Württ. dunk. braun d.braun Augen	Württ. dunk.-blond blaue Augen	Württ. dunk.-blond braune Augen	Thür. dunk.-blond d.braun Augen	Schlesw flachs. blond graue Augen	Württ. dunk.-blond braune Augen	Schlesw flachs. blond graue Augen	Schlesw blond blaue Augen
Gewichtszunahme in kg		5.5	2.5	4.5	2.4	2.0	2.5	3.0	3.2
Gesamtpigment zunahme		10	10	8	7	6	6	7	
Erythem nach	10'	(+)	(+)	(+)	-	(+)	(+)	-	
	20'	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	
	30'	(+)	+	+	(+)	(+)	++	++	
	40'	+	+	+	(+)	(+)	++	++	
	50'	+	+	+	+	(+)	++	++	
Herkunft und Typ		Westf. dunk.-blond braune Augen	Württ. dunk.-blond braune Augen	Schlesw hell blond graue Augen	Schlesw flachs-blond blaue Augen	Schlesw flachs-blond braune Augen	Schlesw flachs-blond blaue Augen	Schlesw hell-blond graue Augen	
Gewichtszunahme in kg		3.5	1.0	1.1	1.9	0.1	1.1	1.0	

die Erythemstärke, Herkunft und Typ, und schliesslich der Kurerfolg, soweit er sich in der Gewichtszunahme ausdrückt.

Vergleichen wir zunächst nur Pigmentzunahme und Erythemstärke, so scheint auf den ersten Blick eine starke Pigmentbildung auch mit einem heftigen Erythem einherzugehen. Für den umgekehrten Fall versagt diese Parallele allerdings bereits. Setzen wir nun die dritte Spalte - Herkunft und Typ der Kinder - zu den vorgenannten Resultaten in Beziehung, so ist festzustellen, dass es durchweg die Kinder von dunklem Typ sind, die eine größere Pigmentzunahme zeigen und meist - jedoch nicht parallel dazu - auch ein starkes Erythem. Beim hellen Typ wurde allgemein eine geringere Pigmentvermehrung gemessen; ganz unabhängig davon trat das Erythem bald stark bald schwach auf. D.h. dass nach unseren Untersuchungen ein Zusammenhang zwischen der Erythembildung und der Pigmentzunahme n i c h t besteht.

In der vierten Spalte ist als Anhaltspunkt für den Kurerfolg die Gewichtszunahme während des vierwöchigen Aufenthaltes angegeben. Die Zunahme beträgt im Mittel 2.35 kg, ein Wert, der etwas unter dem im allgemeinen geforderten Durchschnitt liegt. Auch hier scheint es zunächst so, als ob ein starker Pigmentzuwachs auch einen besonders guten Kurerfolg verbürge. Wenn auch zugegeben werden muß, dass bei Erwachsenen eine starke Bräunung während der Kur einen gewissen Anhaltspunkt auch für den allgemeinen Kurerfolg abgibt, so wäre es doch verfehlt, gerade bei Kindern etwa behaupten zu wollen, dass ein mangelhaft pigmentierendes Kind nun auch einen geringeren Kurerfolg aufweisen müsse. Genügend Beispiele beweisen das Gegenteil. Speziell in unserem Fall dürfte das Ergebnis dadurch beeinträchtigt sein, dass die süddeutschen Kinder, die in erster Linie einen starken Pigmentzuwachs zeigten, aus einem anderen Milieu kamen und sich in wesentlich besserem Ernährungszustand befanden als die Schleswiger Kinder, die fast alle schwächlich und

unterernährt waren und zur Umstellung auf die veränderte Umgebung längere Zeit gebrauchten. Aus diesem Grunde stehen wir auch mit H ä b e r l i n auf dem Standpunkt, dass für solche Kinder eine Kurzeit von nur vier Wochen reichlich knapp bemessen ist, da das Optimum der Kur-und Klimawirkung oft erst gegen Ende dieser Zeit erreicht wird. Davon abgesehen war der Kurerfolg im ganzen genommen bei allen Kindern zufriedenstellend. Die häufig vorhandenen Mandel- und Halsdrüsenschwellungen klangen ab oder besserten sich, einige im Anfang festgestellten Luftröhrenkatarrhe verschwanden sehr bald, und auch der bekannte günstige Einfluss des Seeklimas auf Bronchialasthma wurde in zwei Fällen bestätigt. Psychisch wurden die Kinder freier und lebhafter. Kein Erfolg zeigte sich in einem Fall von Furunkulose.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass unsere Untersuchungen eine Beziehung zwischen der Erythembildung und der Anfangspigmentierung sowie zwischen der Erythembildung und dem Pigmentzuwachs weder im Sinne einer Parallele noch im Sinne einer Gegensätzlichkeit ergeben haben. Man könnte höchstens von einer erhöhten Strahlensensibilität der von Natur aus dunklen Kinder sprechen, die sich uns eindeutig in der Pigmentierung, weniger auffallend bei der Erythembildung zeigte. Eine Beziehung beider Reaktionen untereinander lässt sich jedoch hieraus nicht ableiten.

Wir möchten uns vielmehr der Theorie P e e m ö l l e r s anschliessen, nach der Erythem und Pigment verschiedene Zwecke erfüllen und dementsprechend auch auf verschiedene Art entstehen: Ein Erythem entsteht im Wesentlichen infolge der Einwirkung kurzwelliger U.V.-Strahlen; dieselben Strahlen bewirken auch die Bildung eines spezifischen Lichtschutzfermentes - nicht des Pigments! - in den Zellen, das weitere Erytheme verhindert oder abschwächt. Pigment k a n n ausschliesslich durch längerwellige z.B. die ultraroten Wärmestrahlen entstehen, und ist als eine Abwehrreaktion der

Haut speziell gegen diese aufzufassen. Wenn die beiden Reaktionen auch in ihrem Berührungsgebiet, der mittleren Wellenlänge, meist ineinander übergehen und dies besonders bei der Sonnenbestrahlung der Fall ist, so wäre es beispielsweise doch durchaus möglich, dass ein Kind, welches von Natur aus oder infolge stärkerer Wärmestrahlung bereits dunkler pigmentiert ist, dadurch noch keinerlei Schutz vor den kurzwelligen U.V.-Strahlen, die im Sommer ja reichlich in der Sonnenstrahlung enthalten sind, erworben hat, und dementsprechend mit einem starken Erythem reagiert. Andererseits, dass ein pigmentarmes Kind, das nur in geringem Umfang braun wird, doch zu Anfang ein starkes Erythem bekommt. Jedenfalls würde diese Theorie die Verschiedenheit der Ergebnisse bei völlig gleichen Voraussetzungen am ehesten erklären.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. D e g k w i t z für die freundliche Ueberlassung des Themas sowie für die liebenswürdigen Anregungen zu dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Auch Herrn Dr. H a e b e r l i n in Wyk auf Föhr möchte ich an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank aussprechen.

L i t e r a t u r

Peemöller :Biologische Lichtwirkungen beim gesunden und kranken Menschen. Strahlentherapie XX, 856. 1925.

Hausser und Vahle, :die Abhängigkeit des Lichterythems und der Pigmentbildung von der Schwingungszahl der erregenden Strahlung. Strahlentherapie XIII,41. 1922.

Uhlmann, :über die Abhängigkeit der Pigmentbildung von der Wellenlänge der Strahlung. Strahlentherapie XXXV,361.1930.

C.Häberlin :Lehrbuch der Meeresheilkunde. Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1935.

W.Fricke, :Ueber die Beziehungen zwischen der individuellen Hautempfindlichkeit und dem Erfolg von Seekuren bei erholungsbedürftigen Kindern. Inaug.Diss.1936, Hamburg. (unveröffentlicht).

F.Schmidt :Besteht ein Zusammenhang zwischen der Hautbräunung, der Gewichts-und der Längenzunahme in ihrer Bedeutung als Masstab für den Kurerfolg ? Inaug. Diss.1936, Hamburg. (unveröffentlicht).

L e b e n s l a u f .

In Bremen wurde ich als Sohn des praktischen Arztes Dr. Emil Zimmermann und seiner Ehefrau Emmy geb. Berve am 20. April 1913 geboren. Ich besuchte das Humanistische Gymnasium zu Bremen, wo ich Ostern 1931 meine Reifeprüfung ablegte.

Dem Studium der Medizin widmete ich mich an den Universitäten Giessen, Prag, Rostock und Hamburg. In Giessen bestand ich im Sommer 1933 die ärztliche Vorprüfung. Im Herbst 1934 meldete ich mich für ein Jahr zum Dienst in der Wehrmacht. Ich gedenke im Frühjahr 1937 in Hamburg das Staatsexamen abzulegen.